

(11)Publication number :

2002-176229

(43)Date of publication of application : 21.06.2002

(51)Int.Cl.

H01S 5/40  
H01S 5/022

(21)Application number : 2000-372827

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 07.12.2000

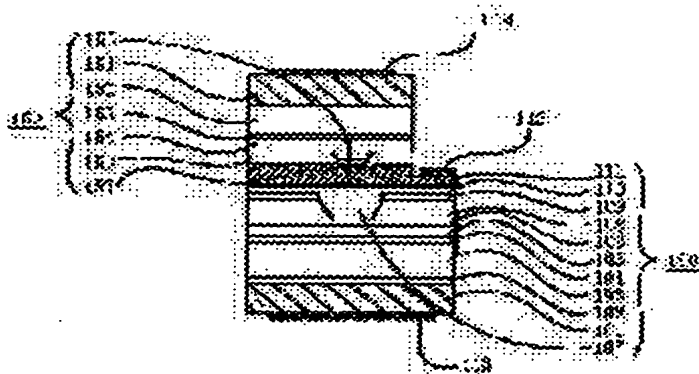
(72)Inventor : KAWATSU YOSHIHEI  
YAGI TETSUYA

## (54) SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a semiconductor laser device that can inhibit variation in the luminous point intervals of a plurality of semiconductor laser elements.

**SOLUTION:** A 780 nm-LD 100 and a red LD 150 are formed. After that, contact layers 111 and 157 on each LD surface are directly bonded, thus allowing the luminous point intervals to approach within 10 nm. Additionally, the variation in the luminous point intervals depends only on the variation in the film thickness of a layer formed by the epitaxial growth, thus reducing the variation in the luminous point intervals.



100	赤外線LD	111	電極層
101	赤外線LD	112	電極層
102	赤外線LD	113	電極層
103	赤外線LD	114	電極層
104	赤外線LD	115	電極層
105	赤外線LD	116	電極層
106	赤外線LD	117	電極層
107	赤外線LD	118	電極層
108	赤外線LD	119	電極層
109	赤外線LD	120	電極層
110	赤外線LD	121	電極層
111	赤外線LD	122	電極層
150	赤外線LD	157	電極層
151	赤外線LD	158	電極層
152	赤外線LD	159	電極層
153	赤外線LD	160	電極層
154	赤外線LD	161	電極層
155	赤外線LD	162	電極層
156	赤外線LD	163	電極層
157	赤外線LD	164	電極層
158	赤外線LD	165	電極層
159	赤外線LD	166	電極層
160	赤外線LD	167	電極層
161	赤外線LD	168	電極層
162	赤外線LD	169	電極層
163	赤外線LD	170	電極層
164	赤外線LD	171	電極層
165	赤外線LD	172	電極層
166	赤外線LD	173	電極層
167	赤外線LD	174	電極層
168	赤外線LD	175	電極層
169	赤外線LD	176	電極層
170	赤外線LD	177	電極層
171	赤外線LD	178	電極層
172	赤外線LD	179	電極層
173	赤外線LD	180	電極層
174	赤外線LD	181	電極層
175	赤外線LD	182	電極層
176	赤外線LD	183	電極層
177	赤外線LD	184	電極層
178	赤外線LD	185	電極層
179	赤外線LD	186	電極層
180	赤外線LD	187	電極層
181	赤外線LD	188	電極層
182	赤外線LD	189	電極層
183	赤外線LD	190	電極層
184	赤外線LD	191	電極層
185	赤外線LD	192	電極層
186	赤外線LD	193	電極層
187	赤外線LD	194	電極層
188	赤外線LD	195	電極層
189	赤外線LD	196	電極層
190	赤外線LD	197	電極層
191	赤外線LD	198	電極層
192	赤外線LD	199	電極層
193	赤外線LD	200	電極層
194	赤外線LD	201	電極層
195	赤外線LD	202	電極層
196	赤外線LD	203	電極層
197	赤外線LD	204	電極層
198	赤外線LD	205	電極層
199	赤外線LD	206	電極層
200	赤外線LD	207	電極層
201	赤外線LD	208	電極層
202	赤外線LD	209	電極層
203	赤外線LD	210	電極層
204	赤外線LD	211	電極層
205	赤外線LD	212	電極層
206	赤外線LD	213	電極層
207	赤外線LD	214	電極層
208	赤外線LD	215	電極層
209	赤外線LD	216	電極層
210	赤外線LD	217	電極層
211	赤外線LD	218	電極層
212	赤外線LD	219	電極層
213	赤外線LD	220	電極層
214	赤外線LD	221	電極層
215	赤外線LD	222	電極層
216	赤外線LD	223	電極層
217	赤外線LD	224	電極層
218	赤外線LD	225	電極層
219	赤外線LD	226	電極層
220	赤外線LD	227	電極層
221	赤外線LD	228	電極層
222	赤外線LD	229	電極層
223	赤外線LD	230	電極層
224	赤外線LD	231	電極層
225	赤外線LD	232	電極層
226	赤外線LD	233	電極層
227	赤外線LD	234	電極層
228	赤外線LD	235	電極層
229	赤外線LD	236	電極層
230	赤外線LD	237	電極層
231	赤外線LD	238	電極層
232	赤外線LD	239	電極層
233	赤外線LD	240	電極層
234	赤外線LD	241	電極層
235	赤外線LD	242	電極層
236	赤外線LD	243	電極層
237	赤外線LD	244	電極層
238	赤外線LD	245	電極層
239	赤外線LD	246	電極層
240	赤外線LD	247	電極層
241	赤外線LD	248	電極層
242	赤外線LD	249	電極層
243	赤外線LD	250	電極層
244	赤外線LD	251	電極層
245	赤外線LD	252	電極層
246	赤外線LD	253	電極層
247	赤外線LD	254	電極層
248	赤外線LD	255	電極層
249	赤外線LD	256	電極層
250	赤外線LD	257	電極層
251	赤外線LD	258	電極層
252	赤外線LD	259	電極層
253	赤外線LD	260	電極層
254	赤外線LD	261	電極層
255	赤外線LD	262	電極層
256	赤外線LD	263	電極層
257	赤外線LD	264	電極層
258	赤外線LD	265	電極層
259	赤外線LD	266	電極層
260	赤外線LD	267	電極層
261	赤外線LD	268	電極層
262	赤外線LD	269	電極層
263	赤外線LD	270	電極層
264	赤外線LD	271	電極層
265	赤外線LD	272	電極層
266	赤外線LD	273	電極層
267	赤外線LD	274	電極層
268	赤外線LD	275	電極層
269	赤外線LD	276	電極層
270	赤外線LD	277	電極層
271	赤外線LD	278	電極層
272	赤外線LD	279	電極層
273	赤外線LD	280	電極層
274	赤外線LD	281	電極層
275	赤外線LD	282	電極層
276	赤外線LD	283	電極層
277	赤外線LD	284	電極層
278	赤外線LD	285	電極層
279	赤外線LD	286	電極層
280	赤外線LD	287	電極層
281	赤外線LD	288	電極層
282	赤外線LD	289	電極層
283	赤外線LD	290	電極層
284	赤外線LD	291	電極層
285	赤外線LD	292	電極層
286	赤外線LD	293	電極層
287	赤外線LD	294	電極層
288	赤外線LD	295	電極層
289	赤外線LD	296	電極層
290	赤外線LD	297	電極層
291	赤外線LD	298	電極層
292	赤外線LD	299	電極層
293	赤外線LD	300	電極層
294	赤外線LD	301	電極層
295	赤外線LD	302	電極層
296	赤外線LD	303	電極層
297	赤外線LD	304	電極層
298	赤外線LD	305	電極層
299	赤外線LD	306	電極層
300	赤外線LD	307	電極層
301	赤外線LD	308	電極層
302	赤外線LD	309	電極層
303	赤外線LD	310	電極層
304	赤外線LD	311	電極層
305	赤外線LD	312	電極層
306	赤外線LD	313	電極層
307	赤外線LD	314	電極層
308	赤外線LD	315	電極層
309	赤外線LD	316	電極層
310	赤外線LD	317	電極層
311	赤外線LD	318	電極層
312	赤外線LD	319	電極層
313	赤外線LD	320	電極層
314	赤外線LD	321	電極層
315	赤外線LD	322	電極層
316	赤外線LD	323	電極層
317	赤外線LD	324	電極層
318	赤外線LD	325	電極層
319	赤外線LD	326	電極層
320	赤外線LD	327	電極層
321	赤外線LD	328	電極層
322	赤外線LD	329	電極層
323	赤外線LD	330	電極層
324	赤外線LD	331	電極層
325	赤外線LD	332	電極層
326	赤外線LD	333	電極層
327	赤外線LD	334	電極層
328	赤外線LD	335	電極層
329	赤外線LD	336	電極層
330	赤外線LD	337	電極層
331	赤外線LD	338	電極層
332	赤外線LD	339	電極層
333	赤外線LD	340	電極層
334	赤外線LD	341	電極層
335	赤外線LD	342	電極層
336	赤外線LD	343	電極層
337	赤外線LD	344	電極層
338	赤外線LD	345	電極層
339	赤外線LD	346	電極層
340	赤外線LD	347	電極層
341	赤外線LD	348	電極層
342	赤外線LD	349	電極層
343	赤外線LD	350	電極層
344	赤外線LD	351	電極層
345	赤外線LD	352	電極層
346	赤外線LD	353	電極層
347	赤外線LD	354	電極層
348	赤外線LD	355	電極層
349	赤外線LD	356	電極層
350	赤外線LD	357	電極層
351	赤外線LD	358	電極層
352	赤外線LD	359	電極層
353	赤外線LD	360	電極層
354	赤外線LD	361	電極層
355	赤外線LD	362	電極層
356	赤外線LD	363	電極層
357	赤外線LD	364	電極層
358	赤外線LD	365	電極層
359	赤外線LD	366	電極層
360	赤外線LD	367	電極層
361	赤外線LD	368	電極層
362	赤外線LD	369	電極層
363	赤外線LD	370	電極層
364	赤外線LD	371	電極層
365	赤外線LD	372	電極層
366	赤外線LD	373	電極層
367	赤外線LD	374	電極層
368	赤外線LD	375	電極層
369	赤外線LD	376	電極層
370	赤外線LD	377	電極層
371	赤外線LD	378	電極層
372	赤外線LD	379	電極層
373	赤外線LD	380	電極層
374	赤外線LD	381	電極層
375	赤外線LD	382	電極層
376	赤外線LD	383	電極層
377	赤外線LD	384	電極層
378	赤外線LD	385	電極層
379	赤外線LD	386	電極層
380	赤外線LD	387	電極層
381	赤外線LD	388	電極層
382	赤外線LD	389	電極層
383	赤外線LD	390	電極層
384	赤外線LD	391	電極層
385	赤外線LD	392	電極層
386	赤外線LD	393	電極層
387	赤外線LD	394	電極層
388	赤外線LD	395	電極層
389	赤外線LD	396	電極層
390	赤外線LD	397	電極層
391	赤外線LD	398	電極層
392	赤外線LD	399	電極層
393	赤外線LD	400	電極層
394	赤外線LD	401	電極層
395	赤外線LD	402	電極層
396	赤外線LD	403	電極層
397	赤外線LD	404	電極層
398	赤外線LD	405	電極層
399	赤外線LD	406	電極層
400	赤外線LD	407	電極層
401	赤外線LD	408	電極層
402	赤外線LD	409	電極層
403	赤外線LD	410	電極層
404	赤外線LD	411	電極層
405	赤外線LD	412	電極層
406	赤外線LD	413	電極層
407	赤外線LD	414	電極層
408	赤外線LD	415	電極層
409	赤外線LD	416	電極層
410	赤外線LD	417	電極層
411	赤外線LD	418	電極層
412	赤外線LD	419	電極層
413	赤外線LD	420	電極層
414	赤外線LD	421	電極層
415	赤外線LD	422	電極層
416	赤外線LD	423	電極層
417	赤外線LD	424	電極層
418	赤外線LD	425	電極層
419	赤外線LD	426	電極層
420	赤外線LD	427	電極層
421	赤外線LD	428	電極層
422	赤外線LD	429	電極層
423	赤外線LD	430	電極層
424	赤外線LD	431	電極層
425	赤外線LD	432	電極層
426	赤外線LD	433	電極層
427	赤外線LD	434	電極層
428	赤外線LD	435	電極層
429	赤外線LD	436	電極層
430	赤外線LD	437	電極層
431	赤外線LD	438	電極層
432	赤外線LD	439	電極層
433	赤外線LD	440	電極層
434	赤外線LD	441	電極層
435	赤外線LD	442	電極層
436	赤外線LD	443	電極層
437	赤外線LD	444	電極層
438	赤外線LD	445	電極層
439	赤外線LD	446	電極層
440	赤外線LD	447	電極層



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれ別個の半導体基板を有する複数の半導体レーザ素子を備え、

当該複数の半導体レーザ素子は、互いにその半導体部分が向かい合うように接合されていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 複数の半導体レーザ素子それぞれの半導体部分が酸性溶液により親水化処理され、かつ当該親水化処理の施された半導体部分が互いに向かい合うように上記複数の半導体レーザ素子が貼り合わされたことで、上記複数の半導体レーザ素子が接合されていることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項3】 互いに向かい合う半導体部分は、そのいずれもが半導体レーザ素子を構成するコンタクト層であることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項4】 互いに向かい合う半導体部分は、その一つが半導体レーザ素子を構成するコンタクト層であり、他の一つが半導体レーザ素子を構成する半導体基板であることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項5】 それぞれ別個の半導体基板を有する複数の半導体レーザ素子を備え、当該複数の半導体レーザ素子は、ヒートシンク基板を挟んで接合されていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項6】 それぞれ別個の半導体基板を有する複数の半導体レーザ素子を形成する工程と、上記複数の半導体レーザ素子を互いにその半導体部分が向かい合うように接合する工程とを含む半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項7】 複数の半導体レーザ素子を接合する工程は、上記複数の半導体レーザ素子それぞれの半導体部分を酸性溶液により親水化処理する工程と、上記親水化処理の施された半導体部分が互いに向かい合うように上記複数の半導体レーザ素子を貼り合わせる工程とを含むことを特徴とする請求項6記載の半導体レーザ装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体レーザ装置及びその製造方法に関し、特に、複数のレーザ光を発振可能な半導体レーザ装置及びその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図11は、電子情報通信学会技報、ED99-197(1999)pp.41-46に示された、従来のモノリシック型半導体レーザ装置の要部断面図である。図において、501はn型GaAs基板、502はn型InGaAlPクラッド層、503はp型InGaAlP第一クラッド層、504はInGaAlPエッチングストップ層、505はn型GaAs電流プロ

ック層、506はp型InGaAlP第二クラッド層、507はp型InGaAlPキャップ層、508はp型GaAsコンタクト層、509は赤色レーザ活性層、510は780nmレーザ活性層、511は共通n電極、512は赤色レーザ用のp電極、513は780nmレーザ用のp電極、514は分離溝である。

【0003】この図に示されるように、従来の半導体レーザ装置においては、同一基板501上に780nmレーザと赤色レーザとが作り込まれている。このような従来のモノリシック型2波長レーザ装置は、異なる発振波長の半導体レーザを基板上に並列に実装したハイブリッド型2波長レーザ装置に比べて、発光点間隔及びそのばらつきが小さくなるという特徴がある。

【0004】しかし、このようなモノリシック型2波長レーザ装置では、各レーザを独立に制御するために、図に示すような分離溝514を形成して各レーザを分離する必要がある。そして、この分離溝514の存在により、各レーザの発光点の間隔を狭くすることができない。又、その発光点間隔のばらつきは、ハイブリッド型に比較すると小さくできるが、フォトリソグラフィーの精度に依存するために、現在のところ5μm程度のばらつきを生じてしまう。

【0005】尚、上記文献のほかに、従来の2波長レーザ装置を示す文献として、特開平10-56230号公報、特開平11-112091号公報がある。

【0006】本発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、複数の半導体レーザ素子の発光点間隔のばらつきを抑制可能な半導体レーザ装置を提供することを目的とするものである。

【0007】又、温度特性を良好にすることができる半導体レーザ装置を提供することを目的とするものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】この発明に係る半導体レーザ装置は、それぞれ別個の半導体基板を有する複数の半導体レーザ素子を備え、当該複数の半導体レーザ素子が、互いにその半導体部分が向かい合うように接合されているものである。

【0009】又、複数の半導体レーザ素子それぞれの半導体部分が酸性溶液により親水化処理され、かつ当該親水化処理の施された半導体部分が互いに向かい合うように上記複数の半導体レーザ素子が貼り合わされたことで、上記複数の半導体レーザ素子が接合されているものである。

【0010】又、互いに向かい合う半導体部分は、そのいずれもが半導体レーザ素子を構成するコンタクト層であるものである。

【0011】又、互いに向かい合う半導体部分は、その一つが半導体レーザ素子を構成するコンタクト層であり、他の一つが半導体レーザ素子を構成する半導体基板

であるものである。

【0012】又、それぞれ別個の半導体基板を有する複数の半導体レーザ素子を備え、当該複数の半導体レーザ素子が、ヒートシンク基板を挟んで接合されているものである。

【0013】又、この発明に係る半導体レーザ装置の製造方法は、それぞれ別個の半導体基板を有する複数の半導体レーザ素子を形成する工程と、上記複数の半導体レーザ素子を互いにその半導体部分が向かい合うように接合する工程とを含むものである。

【0014】又、複数の半導体レーザ素子を接合する工程が、上記複数の半導体レーザ素子それぞれの半導体部分を酸性溶液により親水化処理する工程と、上記親水化処理の施された半導体部分が互に向かい合うように上記複数の半導体レーザ素子を貼り合わせる工程とを含むものである。

【0015】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の構造を示す要部断面図である。図において、100は半導体レーザ素子である780nm帯レーザダイオード（以下、「780nm-LD」と呼ぶ）、101はn型GaAs(100)基板、102はn型GaAsバッファ層、103はn型Al<sub>0.48</sub>Ga<sub>0.52</sub>Asクラッド層、104はAl<sub>0.35</sub>Ga<sub>0.65</sub>As/Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>As多重量子井戸活性層、105はp型Al<sub>0.48</sub>Ga<sub>0.52</sub>As第一クラッド層、106はp型Al<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>Asエッチングストッパー層、107は窓領域、108はn型Al<sub>0.60</sub>Ga<sub>0.40</sub>As電流ブロック層、109はAl<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>As保護層、110はp型Al<sub>0.48</sub>Ga<sub>0.52</sub>As第二クラッド層、111はp型GaAsコンタクト層、112は共通p電極、113は780nm-LD用のn電極である。

【0016】又、114は赤色LD用のn電極、150は他の半導体レーザ素子である赤色レーザダイオード（以下、「赤色LD」と呼ぶ）、151はn型GaAs(100)10° off 基板、152はn型Al<sub>0.35</sub>Ga<sub>0.15</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層、153はアンドープAl<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.35</sub>In<sub>0.5</sub>P/GaInP多重量子井戸活性層、154はp型Al<sub>0.35</sub>Ga<sub>0.15</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層、155はp型GaAsキャップ層、156はn型GaAsブロック層、157はp型GaAsコンタクト層である。

【0017】この図に示されるように、本実施の形態に係る半導体レーザ装置は、2個の半導体レーザ素子（780nm-LD100、赤色LD150）が直接に接合され、一体化されているものである。

【0018】図2乃至図4は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造方法を示す要部断面図である。以下、図2乃至図4に従い、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造方法を工程順に説明する。

【0019】まず、図2(a)に示すように、n型GaAs基板101の(100)面上にn型GaAsバッファ層102、n型Al<sub>0.48</sub>Ga<sub>0.52</sub>Asクラッド層103、Al<sub>0.35</sub>Ga<sub>0.65</sub>As/Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>As多重量子井戸活性層104、p型Al<sub>0.48</sub>Ga<sub>0.52</sub>As第一クラッド層105、p型Al<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>Asエッチングストッパー層106、n型Al<sub>0.60</sub>Ga<sub>0.40</sub>As電流ブロック層108、Al<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>As保護層109を順次MOCVD法により積層する。尚、ここで、MOCVD法の代わりに、MBE法等の他の成長方法を用いてもかまわない。

【0020】次に、図2(b)に示すように、上記のようにして得られたエピタキシャルウェハ上に、フォトリソグラフィ技術を用いてストライプ形状のフォトレジストパターン115を形成する。

【0021】その後、フォトレジストパターン115をエッチングマスクとして、Al<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>As保護層109及びn型Al<sub>0.60</sub>Ga<sub>0.40</sub>As電流ブロック層108を、p型Al<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>Asエッチングストッパー層106に到達するまで、選択エッチング液を用いてエッチングする。

【0022】このエッチングの具体的な方法を以下に示す。まず、酒石酸又は硫酸等のAlAsに対して選択性のあまりないエッチャントを用いて、n型Al<sub>0.60</sub>Ga<sub>0.40</sub>As電流ブロック層108の途中までエッチングを行う。

【0023】次に、AlAs混晶比の高い層を選択的にエッチングできるフッ酸系のエッチャントを用いて、選択的にn型Al<sub>0.60</sub>Ga<sub>0.40</sub>As電流ブロック層108の2回目のエッチングを行う。このとき、フォトレジストパターン115を除去して、Al<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>As保護層109をマスクとして2回目のエッチングを行っても良い。この2回目のフッ酸系のエッチングでは、p型Al<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>Asエッチングストッパー層106はエッチングされず、このエッチングストッパー層106においてエッチングは停止する。

【0024】このようにして、図2(c)に示すように、電流チャネルとなる窓領域107を形成する。

【0025】次に、フォトレジストパターン115を除去し、図2(d)に示すように、p型Al<sub>0.48</sub>Ga<sub>0.52</sub>As第二クラッド層110及びp型GaAsコンタクト層111を順次積層する。

【0026】以上、図2(a)～(d)にて示した工程により、一方の半導体レーザ素子である780nm-LD100を形成する。

【0027】次に、以下図3(a)～(d)に示す工程により、他の一方の半導体レーザ素子である赤色LD150を形成する。

【0028】まず、図3(a)に示すように、n型GaAs(100)10° off 基板151上に、n型Al

$0.35\text{Ga}_{0.15}\text{In}_{0.5}\text{P}$  クラッド層 152、アンドープ  $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.35}\text{In}_{0.5}\text{P}$  GaInP 多重量子井戸活性層 153、p 型  $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.15}\text{In}_{0.5}\text{P}$  クラッド層 154、p 型 GaAs キャップ層 155 を、MOCVD 法により順次積層する。

【0029】次に、CVD 法等を用いて、SiON 膜をキャップ層 155 上に成膜し、フォトリソグラフィ技術及びエッチング技術を用いて、ストライプ状の SiON 膜 158 を形成する。

【0030】そして、この SiON 膜 158 をマスクとしてウェットエッチングを行うことにより、p 型 GaAs キャップ層 155、及び p 型  $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.15}\text{In}_{0.5}\text{P}$  クラッド層 154 の上層部分を除去して、図 3 (b) に示すように、順メサ形状のリッジを形成する。

【0031】次に、図 3 (c) に示すように、上記順メサ形状のリッジの側面に、MOCVD 法により、n 型 GaAs ブロック層 156 を形成する。

【0032】次に、図 3 (d) に示すように、ウェットエッチング等により SiON 膜 158 を除去し、MOCVD 法により、p 型 GaAs キャップ層 155 及び n 型 GaAs ブロック層 156 上に、p 型 GaAs コンタクト層 157 を形成することで、赤色 LD 150 を形成する。

【0033】以上のように、780nm-LD100 及び赤色 LD150 をそれぞれ別個に形成した後、図 4 (a) に示すように、各 LD 表面の p 型 GaAs コンタクト層 111 及び 157 に対し、アンモニア、濃硫酸等により親水化処理を施し、この被処理表面同士を重ね合わせる。このとき、ストライプ方向を一致させ、かつその位置が重なるように 780nm-LD100 及び赤色 LD150 を張り合わせ、圧着し、例えば約 400℃、約 30 分間の条件でアニールする。以上のようにすることで、p 型 GaAs コンタクト層 111 及び 157 の間に分子間力が働き、互いに密着することとなる。

【0034】このようにして、780nm-LD100 と赤色 LD150 とを一体化した後、図 4 (b) に示すように、通常のフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を用いて、赤色 LD150 の一部を取り除き、780nm-LD の p 型 GaAs コンタクト層 111 若しくは赤色 LD の p 型 GaAs コンタクト層 157 を露出させる。

【0035】そして、図 4 (c) に示すように、その露出した p 型 GaAs コンタクト層 111 若しくは 157 に共通電極 112 を形成し、又、各 LD 表面の n 型 GaAs 基板 101 及び 151 に、それぞれ電極 113、114 を形成する。このとき、各 LD の n 型 GaAs 基板 101、151 を研磨し、薄膜化してから、電極 113、114 を形成してもよい。

【0036】このようにして形成された本実施の形態に係る半導体レーザ装置である 2 波長 LD の動作制御につ

いて説明する。例えば、780nm-LD100 を発光させるときには、電極 112 と電極 113 との間に順方向バイアスを印加すればよく、一方、赤色 LD150 を発光させるときには、電極 112 と電極 114 との間に順方向バイアスを印加すればよい。

【0037】以上のように、本実施の形態においては、780nm-LD100 及び赤色 LD150 をそれぞれ形成した後に、各 LD 表面のコンタクト層 111 及び 157 を直接接合したので、発光点間隔が 10nm 以内にまで近接できる。更に、この発光点間隔のばらつきが、エピタキシャル成長により形成された層の膜厚ばらつきにのみ依存するので、当該発光点間隔のばらつきを少なくすることも可能となる。

【0038】尚、本実施の形態においては、780nm-LD100 として SAS (Self-Aligned Structure) 型を、赤色 LD150 として埋込みリッジ型をそれぞれ採用したが、その他の LD 構造であってもかまわない。又、本実施の形態においては、780nm-LD200 上に赤色 LD150 を接着したが、赤色 LD150 上に 780nm-LD200 を接着してもかまわない。

【0039】又、本実施の形態においては、それぞれの LD の基板として、n 型の半導体基板を用いたが、p 型の半導体基板を用いて各層の導電型を反転させてもかまわない。又、本実施の形態においては、活性層を多重量子井戸構造としたが、バルク結晶であってもかまわない。

【0040】又、本実施の形態においては、赤色 LD150 の一部をエッチングにより除去することで、780nm-LD の n 型 GaAs コンタクト層 111 若しくは赤色 LD の n 型 GaAs 基板 151 を露出させ、そこに共通電極 112 を形成しているが、その代わりに、780nm-LD100 の一部をエッチングにより除去することで、780nm-LD の n 型 GaAs コンタクト層 111 若しくは赤色 LD の n 型 GaAs 基板 151 を露出させ、そこに共通電極 112 を形成してもよい。

【0041】実施の形態 2. 図 5 は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の構造を示す要部断面図である。尚、図 5 において、図 1 と同一符号を用いたものは、図 1 に示されたものと同一または相当であることを示す。

【0042】図において、200 は 780nm-LD (半導体レーザ素子)、201 は p 型 GaAs (100)  $10^\circ$  off 基板、202 は p 型 GaAs バッファ層、203 は p 型  $\text{Al}_{0.45}\text{Ga}_{0.52}\text{As}$  クラッド層、204 は  $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.65}\text{As}$  /  $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$  多重量子井戸活性層、205 は n 型  $\text{Al}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{As}$  第一クラッド層、206 は n 型  $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{As}$  エッチングストッパー層、207 は p 型  $\text{Al}_{0.60}\text{Ga}_{0.40}\text{As}$  電流ブロック層、208 は窓領域、209 は p 型  $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{As}$  保護層、210 は n 型  $\text{Al}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}$

As 第二クラッド層、211はn型GaAsコンタクト層、212は共通n電極、213は780nm-LD用のp電極、214は赤色LD用のp電極である。

【0043】この図に示されるように、本実施の形態に係る半導体レーザ装置は、実施の形態1と同様、2個の半導体レーザ素子（赤色LD150及び780nm-LD200）が直接に接着され、一体化されているものである。尚、780nm-LD200は、実施の形態1における780nm-LD100とは、その導電性が反転したものとなっている。又、本実施の形態においては、実施の形態1と異なり、780nm-LDのコンタクト層211と赤色LDのGaAs基板151とが接着されている。

【0044】次に、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造方法について説明する。まず、実施の形態1と同様、図2(a)～(d)にて示した工程と同様の工程により780nm-LD200を形成し、又、図3(a)～(d)にて示した工程により赤色LD150を形成する。

【0045】次に、赤色LDのn型GaAs基板151を研磨により所望の厚さに薄膜化する。その後、図6(a)に示すように、この薄膜化した赤色LDのn型GaAs基板151と780nm-LDのn型GaAsコンタクト層211に対し、アンモニア、濃硫酸等により親水化処理を施し、この被処理表面同士を重ね合わせる。このとき、ストライプ方向を一致させ、かつその位置が重なるように780nm-LD200及び赤色LD150を張り合わせ、圧着し、例えば約400℃、約30分間の条件でアニールする。以上のようにすることで、赤色LDのn型GaAs基板151と780nm-LDのn型GaAsコンタクト層211の間に分子間力が働き、互いに密着することとなる。

【0046】尚、ここで、図6は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造方法を工程順に示す要部断面図である。

【0047】このようにして、780nm-LD200と赤色LD150とを一体化した後、図6(b)に示すように、通常のフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を用いて、赤色LD150の一部を取り除き、780nm-LDのn型GaAsコンタクト層211若しくは赤色LDのn型GaAs基板151を露出させる。

【0048】そして、図6(c)に示すように、その露出したn型GaAsコンタクト層211若しくはn型GaAs基板151に共通電極212を形成し、又、780nm-LDのp型GaAs off基板201及び赤色LDのp型GaAsコンタクト層157に、それぞれ電極213、214を形成する。

【0049】このようにして形成された本実施の形態に係る半導体レーザ装置である2波長LDの動作制御について説明する。例えば、780nm-LD200を発光

させるときには、電極212と電極213との間に順方向バイアスを印加すればよく、一方、赤色LD150を発光させるときには、電極212と電極214との間に順方向バイアスを印加すればよい。

【0050】以上のように、本実施の形態においては、780nm-LD200及び赤色LD150をそれぞれ形成した後に、780nm-LDのn型GaAsコンタクト層211及び赤色LDのn型GaAs基板151を直接接着したので、発光点間隔のばらつきが、エピタキシャル成長により形成された層の膜厚ばらつきにのみ依存するので、当該発光点間隔のばらつきを少なくすることが可能となる。

【0051】尚、本実施の形態においては、780nm-LD200としてSAS (Self-Aligned Structure) 型を、赤色LD150として埋込みリッジ型をそれぞれ採用したが、その他のLD構造であってもかまわない。又、本実施の形態においては、活性層を多重量子井戸構造としたが、バルク結晶であってもかまわない。

【0052】又、本実施の形態においては、780nm-LD200上に赤色LD150を接着したが、赤色LD150上に780nm-LD200を接着してもかまわない。又、本実施の形態においては、780nm-LD200をp型GaAs基板に、赤色LD150をn型GaAs基板にそれぞれ形成したが、780nm-LD200をn型GaAs基板に、赤色LD150をp型GaAs基板にそれぞれ形成し、これらを接着してもかまわない。

【0053】又、本実施の形態においては、赤色LD150の一部をエッチングにより除去することで、780nm-LDのn型GaAsコンタクト層211若しくは赤色LDのn型GaAs基板151を露出させ、そこに共通電極212を形成しているが、その代わりに、780nm-LD200の一部をエッチングにより除去することで、780nm-LDのn型GaAsコンタクト層211若しくは赤色LDのn型GaAs基板151を露出させ、そこに共通電極212を形成してもよい。

【0054】実施の形態3。図7は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の構造を示す要部断面図である。尚、図7において、図5と同一符号を用いたものは、図5に示されたものと同一または相当であることを示す。

【0055】この図に示されるように、本実施の形態に係る半導体レーザ装置は、実施の形態2と同様、2個の半導体レーザ素子（赤色LD150及び780nm-LD200）が直接に接着され、さらに、赤色LDのp型GaAsコンタクト層157に、シリコンカーバイド若しくはシリコン等で形成されたヒートシンク基板300が接着されているものである。尚、赤色LDのp型GaAsコンタクト層157のヒートシンク基板300が接着している面とは反対側の面に電極314が形成されて

いる。

【0056】次に、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造方法について説明する。まず、実施の形態2と同様、図2(a)～(d)にて示した工程と同様の工程により780nm-LD200を形成し、又、図3(a)～(d)にて示した工程により赤色LD150を形成する。

【0057】次に、赤色LDのn型GaAs基板151を研磨により所望の厚さに薄膜化する。その後、図6(a)に示したように、実施の形態2と同様の方法を用いて、780nm-LD200と赤色LD150を接合する。

【0058】さらに、図8(a)に示すように、赤色LDのp型GaAsコンタクト層157、及びヒートシンク基板300の一方の面に対し、アンモニア、濃硫酸等により親水化処理を施し、これらを圧着し、例えば約400℃、約30分間の条件でアニールする。以上のようにすることで、赤色LDのp型GaAsコンタクト層157とヒートシンク基板300の一方の面との間に分子間力が働き、互いに密着することとなる。

【0059】尚、ここで、図8は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造方法を工程順に示す要部断面図である。

【0060】このようにして、780nm-LD200と赤色LD150とヒートシンク基板300とを一体化した後、図8(b)に示すように、通常のリソグラフィ技術とエッチング技術を用いて、780nm-LD200の一部を取り除き、780nm-LDのn型GaAsコンタクト層211若しくは赤色LDのn型GaAs基板151を露出させる。さらに、通常のリソグラフィ技術とエッチング技術を用いて、赤色LD150の一部を取り除き、赤色LDのp型GaAsコンタクト層157を露出させる。

【0061】そして、図8(c)に示すように、その露出したn型GaAsコンタクト層211若しくはn型GaAs基板151に共通電極312を形成する。又、780nm-LDのp型GaAs off基板201、及び赤色LDのp型GaAsコンタクト層157のヒートシンク基板300とは反対の面に、それぞれ電極313、314を形成する。

【0062】このようにして形成された本実施の形態に係る半導体レーザ装置である2波長LDの動作制御について説明する。例えば、780nm-LD200を発光させるときには、電極312と電極313との間に順方向バイアスを印加すればよく、一方、赤色LD150を発光させるときには、電極312と電極314との間に順方向バイアスを印加すればよい。

【0063】以上のように、本実施の形態においては、780nm-LD200及び赤色LD150をそれぞれ形成した後に、780nm-LDのn型GaAsコンタ

クト層211及び赤色LDのn型GaAs基板151を直接接合したので、発光点間隔のばらつきが、エピタキシャル成長により形成された層の膜厚ばらつきにのみ依存するので、当該発光点間隔のばらつきを少なくすることが可能となる。

【0064】又、本実施の形態においては、780nm-LD200に比べて温度特性の劣る赤色LD150にヒートシンク基板300を接合したので、熱放散を効果的に行い、温度特性を良好にすることが可能となる。

【0065】尚、本実施の形態においては、780nm-LD200としてSAS (Self-Aligned Structure) 型を、赤色LD150として埋込みリッジ型をそれぞれ採用したが、その他のLD構造であってもかまわない。又、本実施の形態においては、活性層を多重量子井戸構造としたが、バルク結晶であってもかまわない。

【0066】又、本実施の形態においては、赤色LD150上に780nm-LD200を接合したが、780nm-LD200上に赤色LD150を接合してもかまわない。又、本実施の形態においては、780nm-LD200をp型GaAs基板に、赤色LD150をn型GaAs基板にそれぞれ形成したが、780nm-LD200をn型GaAs基板に、赤色LD150をp型GaAs基板にそれぞれ形成してこれらを接合し、この赤色LD150のp型GaAs基板にヒートシンク基板300を接合してもかまわない。

【0067】実施の形態4. 図9は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の構造を示す要部断面図である。尚、図9において、図1と同一符号を用いたものは、図1に示されたものと同一または相当であることを示す。

【0068】この図に示されるように、本実施の形態に係る半導体レーザ装置は、2個の半導体レーザ素子(赤色LD150及び780nm-LD200)がシリコンカーバイド若しくはシリコン等で形成されたヒートシンク基板300を挟んで接合されており、かつ、780nm-LDのp型GaAsコンタクト層111と赤色LDのp型GaAsコンタクト層157を電氣的に接続する共通p電極412がこれらに延在するように形成されている。その他の点については、実施の形態1と同様である。

【0069】次に、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造方法について説明する。まず、実施の形態1と同様、図2(a)～(d)にて示した工程により780nm-LD100を形成し、又、図3(a)～(d)にて示した工程により赤色LD150を形成する。

【0070】次に、図10(a)に示すように、赤色LDのp型GaAsコンタクト層157、及びヒートシンク基板300の一方の面に対し、アンモニア、濃硫酸等により親水化処理を施し、これらを圧着し、例えば約400℃、約30分間の条件でアニールする。又、780

nm-LDのp型GaAsコンタクト層111、及びヒートシンク基板300の他の一方の面に対し、アンモニア、濃硫酸等により親水化処理を施し、これらを圧着し、例えば約400℃、約30分間の条件でアニールする。このとき、780nm-LD100及び赤色LD150のストライプ方向を一致させ、かつその位置が重なるようにする。

【0071】以上のようにすることで、赤色LDのp型GaAsコンタクト層157とヒートシンク基板300の一方の面、並びに、780nm-LDのp型GaAsコンタクト層111とヒートシンク基板300の他の一方の面との間に、それぞれ分子間力が働き、それぞれが互いに密着することとなる。

【0072】尚、ここで、図10は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造方法を工程順に示す要部断面図である。

【0073】このようにして、780nm-LD100と赤色LD150とヒートシンク基板300とを一体化した後、図10(b)に示すように、通常のフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を用いて、赤色LD150の一部を取り除き、赤色LDのp型GaAsコンタクト層157を露出させる。さらに、通常のフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を用いて、ヒートシンク基板300の一部を取り除き、780nm-LDのp型GaAsコンタクト層111を露出させる。

【0074】そして、図10(c)に示すように、それら露出した780nm-LDのp型GaAsコンタクト層111から赤色LDのp型GaAsコンタクト層157に延在する共通p電極412を形成する。又、780nm-LDのn型GaAs基板101、及び赤色LDのn型GaAs基板151に、それぞれ電極413、414を形成する。このとき、各LDのn型GaAs基板101、151を研磨し、薄膜化してから、電極413、414を形成してもよい。

【0075】このようにして形成された本実施の形態に係る半導体レーザ装置である2波長LDの動作制御について説明する。例えば、780nm-LD100を発光させるときには、電極412と電極413との間に順方向バイアスを印加すればよく、一方、赤色LD150を発光させるときには、電極412と電極414との間に順方向バイアスを印加すればよい。

【0076】以上のように、本実施の形態においては、780nm-LD100及び赤色LD150をそれぞれ形成した後に、これらがヒートシンク基板300を挟むように接着したので、シリコンカーバイド若しくはシリコン等で形成されたヒートシンク基板300の厚さを制御することで、発光点間隔を制御することが可能となる。

【0077】さらに、780nm-LD100及び赤色LD150の両方にヒートシンク基板300が接するた

め、温度特性にすぐれた2波長レーザを得ることが可能となる。

【0078】尚、本実施の形態においては、780nm-LD100としてSAS(Self-Aligned Structure)型を、赤色LD150として埋込みリッジ型をそれぞれ採用したが、その他のLD構造であってもかまわない。又、本実施の形態においては、活性層を多重量子井戸構造としたが、バルク結晶であってもかまわない。

【0079】又、本実施の形態においては、780nm-LD100上に赤色LD150をヒートシンク基板300を介して接着したが、赤色LD150上に780nm-LD100を接着してもかまわない。又、本実施の形態においては、それぞれのLDの基板として、n型の半導体基板を用いたが、p型の半導体基板を用いて各層の導電型を反転させてもかまわない。

【0080】又、本実施の形態においては、赤色LD150の一部をエッチングにより除去することで、赤色LDのp型GaAsコンタクト層157を露出させ、さらに、ヒートシンク基板300を除去することで、780nm-LDのp型GaAsコンタクト層111を露出させ、そこに共通電極412を形成しているが、その代わりに、780nm-LD100の一部をエッチングにより除去することで、780nm-LDのp型GaAsコンタクト層111を露出させ、さらに、ヒートシンク基板300を除去することで、赤色LDのp型GaAsコンタクト層157を露出させ、そこに共通電極412を形成してもよい。

【0081】

【発明の効果】この発明に係る半導体レーザ装置は、それぞれ別個の半導体基板を有する複数の半導体レーザ素子を備え、当該複数の半導体レーザ素子が、互いにその半導体部分が向かい合うように接合されているので、上記複数の半導体レーザ素子の発光点間隔のばらつきを抑制することができる。

【0082】又、複数の半導体レーザ素子それぞれの半導体部分が酸性溶液により親水化処理され、かつ当該親水化処理の施された半導体部分が互いに向かい合うように上記複数の半導体レーザ素子が貼り合わされたことで、上記複数の半導体レーザ素子が接合されているので、上記複数の半導体レーザ素子の発光点間隔のばらつきを抑制することができる。

【0083】又、互いに向かい合う半導体部分は、そのいずれもが半導体レーザ素子を構成するコンタクト層であるので、上記複数の半導体レーザ素子の発光点を互いに近接することができる。

【0084】又、互いに向かい合う半導体部分は、その一つが半導体レーザ素子を構成するコンタクト層であり、他の一つが半導体レーザ素子を構成する半導体基板であるので、上記複数の半導体レーザ素子の発光点間隔



のばらつきを抑制することができる。

【0085】又、この発明に係る半導体レーザ装置は、それぞれ別個の半導体基板を有する複数の半導体レーザ素子を備え、複数の半導体レーザ素子が、ヒートシンク基板を挟んで接合されているので、温度特性を良好にすることができる。

【0086】又、この発明に係る半導体レーザ装置の製造方法は、それぞれ別個の半導体基板を有する複数の半導体レーザ素子を形成する工程と、上記複数の半導体レーザ素子を互いにその半導体部分が向かい合うように接合する工程とを含むので、上記複数の半導体レーザ素子の発光点間隔のばらつきを抑制可能な半導体レーザ装置を得ることができる。

【0087】又、複数の半導体レーザ素子を接合する工程が、上記複数の半導体レーザ素子それぞれの半導体部分を酸性溶液により親水化処理する工程と、上記親水化処理の施された半導体部分が互に向かい合うように上記複数の半導体レーザ素子を貼り合わせる工程とを含むので、上記複数の半導体レーザ素子の発光点間隔のばらつきを抑制可能な半導体レーザ装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係る半導体レーザ装置の構造を示す要部断面図である。

【図2】 この発明の実施の形態1に係る半導体レーザ装置の製造方法を示す要部断面図である。

【図3】 この発明の実施の形態1に係る半導体レーザ装置の製造方法を示す要部断面図である。

【図4】 この発明の実施の形態1に係る半導体レーザ装置の製造方法を示す要部断面図である。

【図5】 この発明の実施の形態2に係る半導体レーザ装置の構造を示す要部断面図である。

【図6】 この発明の実施の形態2に係る半導体レーザ装置の製造方法を示す要部断面図である。

【図7】 この発明の実施の形態3に係る半導体レーザ装置の構造を示す要部断面図である。

【図8】 この発明の実施の形態3に係る半導体レーザ装置の製造方法を示す要部断面図である。

【図9】 この発明の実施の形態4に係る半導体レーザ装置の構造を示す要部断面図である。

【図10】 この発明の実施の形態4に係る半導体レーザ装置の製造方法を示す要部断面図である。

【図11】 従来の半導体レーザ装置の構造を示す要部断面図である。

【符号の説明】

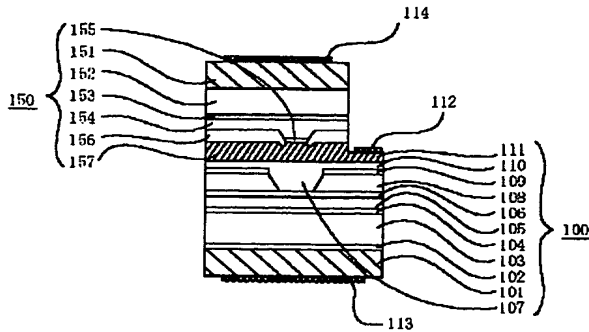
100 780nm-LD（半導体レーザ素子）、  
101 n型GaAs（100）基板、  
102 n型GaAsバッファ層、  
103 n型Al<sub>0.48</sub>Ga<sub>0.52</sub>Asクラッド層、  
104 Al<sub>0.35</sub>Ga<sub>0.65</sub>As/AI<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>As多重量子井戸活性層、

105 p型Al<sub>0.48</sub>Ga<sub>0.52</sub>As第一クラッド層、  
106 p型Al<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>Asエッチングストッパー層、  
107 窓領域、  
108 n型Al<sub>0.60</sub>Ga<sub>0.40</sub>As電流ブロック層、  
109 Al<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>As保護層、  
110 p型Al<sub>0.48</sub>Ga<sub>0.52</sub>As第二クラッド層、  
111 p型GaAsコンタクト層、  
112 共通p電極、  
113 780nm-LD用のn電極、  
114 赤色LD用の電極、  
115 フォトリソパターン、  
150 赤色LD（半導体レーザ素子）、  
151 n型GaAs（100）10° off基板、  
152 n型Al<sub>0.35</sub>Ga<sub>0.15</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層、  
153 アンダーブAl<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.35</sub>In<sub>0.5</sub>P/GaInP多重量子井戸活性層、  
154 p型Al<sub>0.35</sub>Ga<sub>0.15</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層、  
155 p型GaAsキャップ層、  
156 n型GaAsブロック層、  
157 p型GaAsコンタクト層、  
158 ストライプ状SiON膜、  
200 780nm-LD（半導体レーザ素子）、  
201 p型GaAs（100）10° off基板、  
202 p型GaAsバッファ層、  
203 p型Al<sub>0.48</sub>Ga<sub>0.52</sub>Asクラッド層、  
204 Al<sub>0.35</sub>Ga<sub>0.65</sub>As/AI<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>As多重量子井戸活性層、  
205 n型Al<sub>0.48</sub>Ga<sub>0.52</sub>As第一クラッド層、  
206 n型Al<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>Asエッチングストッパー層、  
207 p型Al<sub>0.60</sub>Ga<sub>0.40</sub>As電流ブロック層、  
208 窓領域、  
209 p型Al<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>As保護層、  
210 n型Al<sub>0.48</sub>Ga<sub>0.52</sub>As第二クラッド層、  
211 n型GaAsコンタクト層、  
212 共通n電極、  
213 780nm-LD用のp電極、  
214 赤色LD用のp電極、  
300 ヒートシンク基板、  
312 共通n電極、  
313 780nm-LD用のp電極、  
314 赤色LD用のp電極、  
412 共通p電極、  
413 780nm-LD用のn電極、  
414 赤色LD用のn電極、  
501 n型GaAs基板、  
502 n型InGaAlPクラッド層、  
503 p型InGaAlP第一クラッド層、504 InGaAlPエッチングストッパー層、

- 505 n型GaAs電流ブロック層、  
 506 p型InGaAlP第二クラッド層、  
 507 p型InGaAlPキャップ層、  
 508 p型GaAsコンタクト層、  
 509 赤色レーザ活性層、

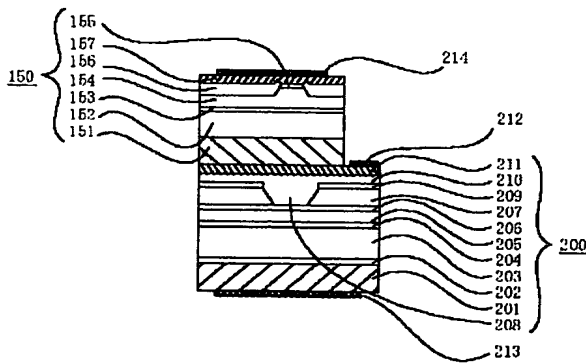
- 510 780nmレーザ活性層、  
 511 共通n電極、  
 512 赤色レーザ用のp電極、  
 513 780nmレーザ用のp電極、  
 514 分離溝。

【図1】



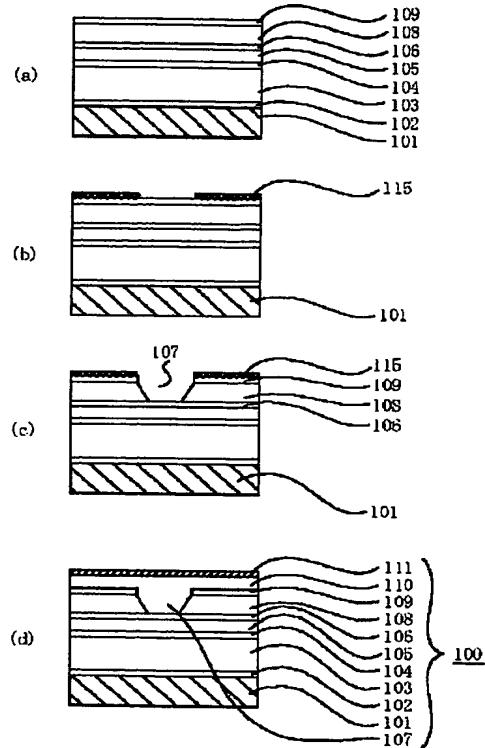
- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 100 : 780nm-LD     | 112 : 共通p電極        |
| 101 : n型半導体基板      | 113 : 780nm-LD用n電極 |
| 102 : n型バッファ層      | 114 : 赤色LD用n電極     |
| 103 : n型クラッド層      | 150 : 赤色LD         |
| 104 : 多量子井戸活性層     | 151 : n型半導体基板      |
| 105 : p型第1クラッド層    | 152 : n型クラッド層      |
| 106 : p型エッチングストップ層 | 153 : 多量子井戸活性層     |
| 107 : 窓領域          | 154 : p型クラッド層      |
| 108 : n型電流ブロック層    | 155 : p型キャップ層      |
| 109 : 保護層          | 156 : n型電流ブロック層    |
| 110 : p型第2クラッド層    | 157 : p型コンタクト層     |
| 111 : p型コンタクト層     |                    |

【図5】



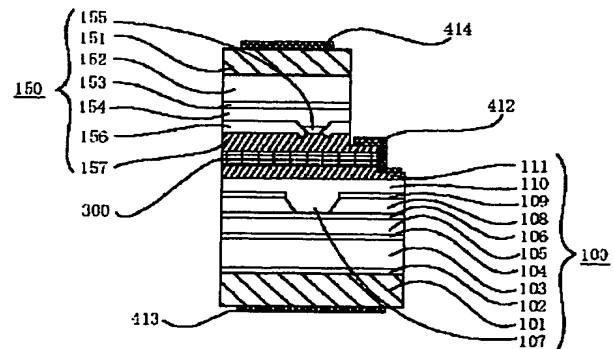
- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 200 : 780nm-LD     | 208 : 窓領域          |
| 201 : p型半導体基板      | 209 : p型保護層        |
| 202 : p型バッファ層      | 210 : n型第2クラッド層    |
| 203 : p型クラッド層      | 211 : n型コンタクト層     |
| 204 : 多量子井戸活性層     | 212 : 共通n電極        |
| 205 : n型第1クラッド層    | 213 : 780nm-LD用p電極 |
| 206 : n型エッチングストップ層 | 214 : 赤色LD用p電極     |
| 207 : p型電流ブロック層    |                    |

【図2】



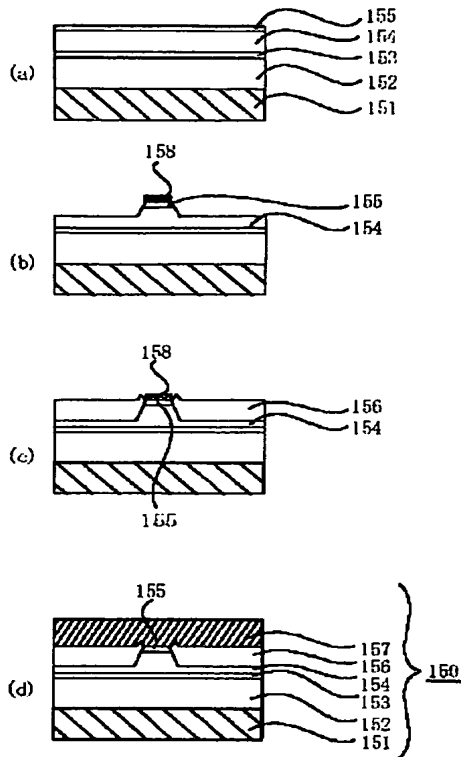
115 : フォトリソグパターン

【図9】



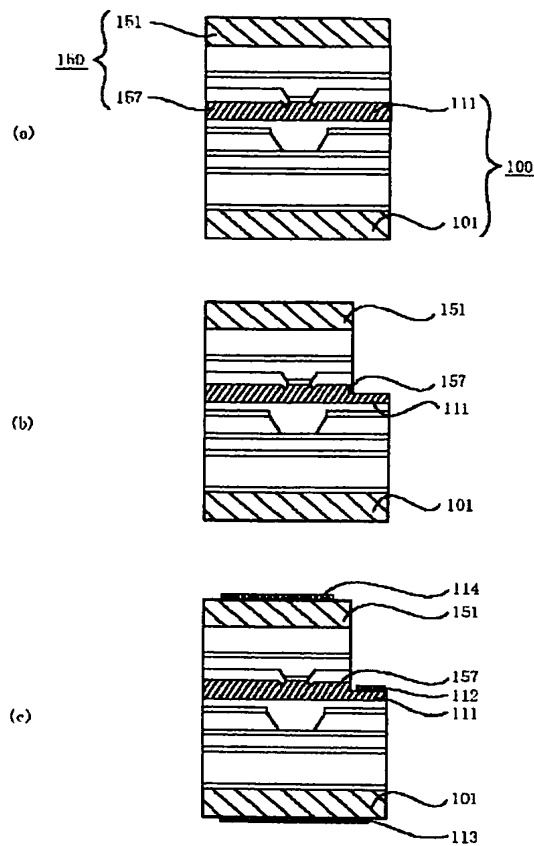
- |                    |
|--------------------|
| 412 : 共通p電極        |
| 413 : 780nm-LD用n電極 |
| 414 : 赤色LD用n電極     |

【図3】

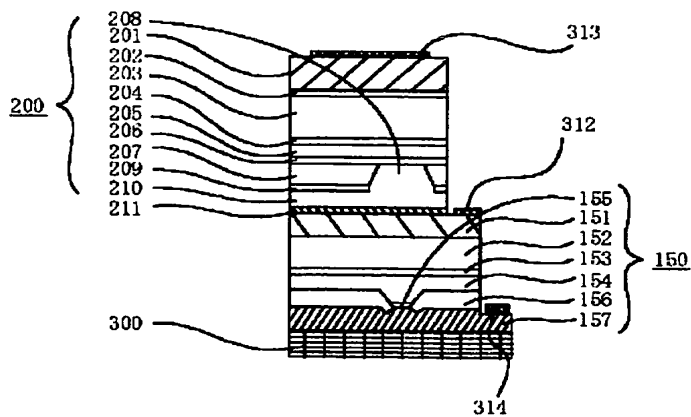


158 : ストライプ状 SiON膜

【図4】

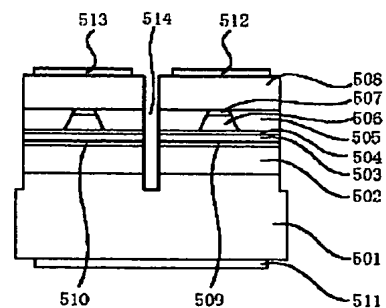


【図7】



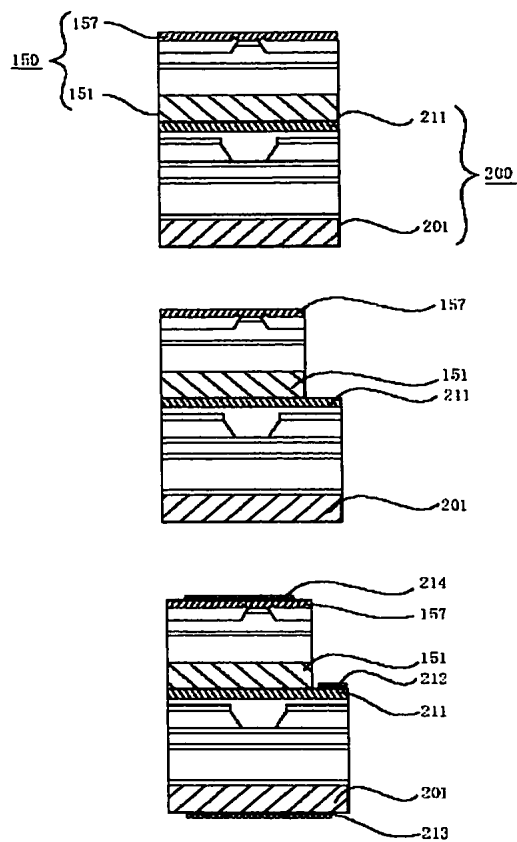
300 : ヒートシンク基板  
 312 : 共通n電極  
 313 : 780nm-LD用電極  
 314 : 赤色LD用電極

【図11】

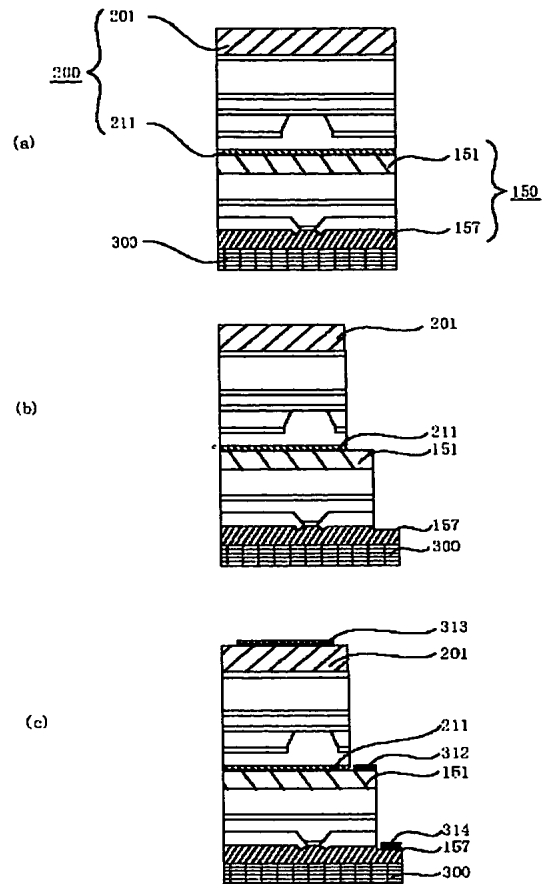


501 : n型半導体基板  
 502 : n型クラッド層  
 503 : p型第1クラッド層  
 504 : エッチングストップ層  
 505 : n型電流ブロック層  
 506 : p型第2クラッド層  
 507 : p型キャップ層  
 508 : p型コンタクト層  
 509 : 赤色レーザ活性層  
 510 : 780nmレーザ活性層  
 511 : 共通n電極  
 512 : 赤色レーザ用p電極  
 513 : 780nmレーザ用p電極  
 514 : 分岐溝

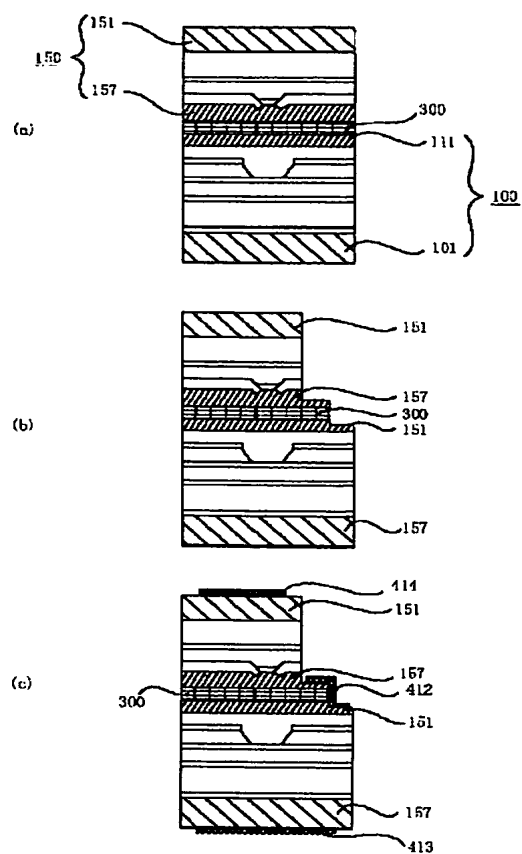
【図6】



【図8】



【図10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**